

На правах рукописи

ХАШИРОВА Татьяна Юрьевна

**ОХРАНА ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ
УПРАВЛЕНИЕМ ТВЕРДОГО СТОКА**

Специальность 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Краснодар 2009

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Научный консультант – Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор **Кузнецов Евгений Владимирович**

Официальные оппоненты: академик РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Кружилин Иван Пантелеевич**

доктор технических наук, профессор **Гумбаров Анатолий Дмитриевич**

доктор технических наук, профессор **Григоров Сергей Михайлович**

Ведущая организация: ГНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ГНУ «РосНИИПМ», г. Новочеркасск).

Защита диссертации состоится « 20 » мая 2009г., в « 10 » часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.08. при ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» по адресу: 350044, г Краснодар, ул. Калинина 13, КубГАУ, корпус факультета энергетики и электрификации, ауд. №4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан « ____ » _____ 2009г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
д.т.н., профессор

С.В. Оськин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Природные ландшафты — главное богатство человечества и непродуманное их обустройство приводит как к количественному истощению, так и качественному изменению с нарушением экологического равновесия.

На сегодняшний день только в Кабардино-Балкарии в результате нерационального хозяйственного использования земель на 290 тыс. га (23% от общей площади КБР) почвенный покров подвергается интенсивной водной эрозии. Ущерб, наносимый почвенным ресурсам республики, исчисляется потерями в мощности плодородного гумусового профиля, содержании органического вещества и элементов питания растений. Мощность гумусового профиля уменьшилась местами более чем в 2 раза.

Большой ущерб народному хозяйству наносят и овражные процессы, которые часто становятся источниками возникновения селей. Так, сход селя в 2000 г. на реке Герхожан-Су в Кабардино-Балкарской республике унес жизнь многих людей и нанес большой материальный ущерб от затопления г.Тырныауз водами реки Баксан.

Эрозионные процессы на реках в паводковые периоды являются главным источником чрезвычайных ситуаций. В настоящее время практически на всех реках Кабардино-Балкарии, да и всего Северного Кавказа, проблема эффективного управления процесса боковой и донной эрозии стоит остро.

Эрозионные и аккумулятивные процессы доставляют много хлопот и на ирригационных системах. Так, каналы оросительных систем часто подвергаются размывам, либо заиливаются наносами. Поля орошения подвергаются ирригационной эрозии, а при орошении недостаточно осветленной водой теряют с годами плодородие. Только за вегетационный период при орошении выносятся на поля до 20 тонн ила на гектар.

Все эти природные явления взаимосвязаны и это порождает цепную реакцию. Так, интенсивная водная эрозия усиливает склоновую водоотдачу и способствует формированию расходов большей величины. Это в свою очередь ускоряет овражную эрозию и переформированию речных русел. Наносы, поступающие в этих условиях в водотоки, нарушают развитие речных систем, что приводит к заилению и заболачиванию пойм. Далее эти наносы заиливают каналы и выносятся на поля.

Для решения данной проблемы необходим геосистемный подход к вопросам противозерозионной мелиорации, учитывающий взаимосвязь всех компонентов горных и предгорных ландшафтов, на комплексном учете всех видов эрозии и создании на этой основе системы взаимосвязанных мероприятий.

В настоящее время отсутствует научно-обоснованный подход к охране горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природо-обустройства. Существующие технические решения техногенного блока управления движением твердого стока нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Научная проблема состоит в необходимости разработки методологии охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса

природообустройства управлением твердого стока и систематизации природной и техногенной составляющей измененной геосистемы.

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» по теме «Геосистемный мониторинг, охрана водных объектов, мелиорация земель бассейнов рек и ресурсосберегающие технологии воспроизводства плодородия почв» (номер гос. регистрации 01200113465).

Рабочая гипотеза. Эффективность охраны горных и предгорных ландшафтов от водной эрозии возможна при геосистемном подходе к решению проблемы с совершенной техносистемой.

Цель диссертационной работы. Разработка системной методологии охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока и совершенствование техногенного блока управления природными процессами.

Объекты исследований. Природно-техногенный комплекс природообустройства, в котором природной составляющей являются горные и предгорные ландшафты, а техногенной составляющей является блок управления природными процессами.

Предмет исследования. Закономерности влияния техногенного управления на геосистему и совершенствование управления природным процессом движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах в измененной геосистеме.

Методы исследований. Теоретические исследования выполнялись на основе геосистемного подхода, имеющей целью: описать поведение геосистемы; построить теорию, которая объяснит наблюдаемое поведение; использовать эту теорию для предсказания будущего поведения геосистемы, то есть в тех действиях, которые могут быть вызваны изменением в геосистеме, а также систематизация и совершенствование техносистемы. Исследования проводились на горных и предгорных ландшафтах Кабардино-Балкарской республики в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, общепринятых методик, разработанных в РАСХН, ВНИИГиМ и других ведущих научных центрах нашей страны.

Результаты исследований обрабатывались на ПЭВМ в соответствии с теорией планирования эксперимента с применением математической среды Math Cad 2000, MS Excel 2005 и собственных программ расчета, разработанных на языке Pascal, а также в среде Delphi 7.0.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Методология охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока как природно-техногенного комплекса природообустройства.
2. Концептуальная, систематизированная модель формирования и управления твердым стоком в природно-техногенном комплексе природообустройства.
3. Имитационная камерная модель управления движения твердым стоком и комплексной оценки качества воды в речной подсистеме.
4. Мероприятия для управления эрозионными и аккумулятивными процессами на подсистемах горных и предгорных ландшафтов измененной геосистемы.
5. Методы расчета противозерозионных сооружений для охраны горных и предгорных ландшафтов.

б. Методы расчета природоохранных сооружений для предотвращения аккумулятивных процессов в измененной геосистеме.

Научную новизну работы представляют:

- концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока, в которой вся геосистема разбита на пять взаимосвязанных звеньев;
- алгоритм управления твердым стоком, всем природно-техногенным комплексом по охране горных и предгорных ландшафтов;
- имитационная камерная модель управления движения твердым стоком в речной подсистеме для оперативной оценки качественного состояния воды и управления эрозионно-аккумулятивными процессами;
- способы и конструкции для предотвращения эрозионных и аккумулятивных процессов на системных уровнях: склонах; оврагах, реках и в системах ирригации;
- методы расчета и конструирования природоохранных сооружений для предотвращения эрозионных процессов по охране горных и предгорных ландшафтов;
- имитационная система, состоящая из двенадцати имитационных моделей, по выбору оптимального варианта проектного решения защитного покрытия адаптированно к морфологии и гидравлике каналов;
- методы расчета и конструирования природоохранных сооружений для предотвращения аккумулятивных процессов по охране горных и предгорных ландшафтов;

Новизна разработанных методов и технических решений подтверждена двадцатью тремя патентами на изобретения.

Достоверность научных положений подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, а также большим объемом натуральных обследований построенных природоохранных сооружений.

Практическую значимость работы составляют:

- программы по управлению движением твердого стока и комплексной оценки качества воды по охране горных и предгорных ландшафтов;
- природоохранные сплошные и сквозные поперечные защитно-регуляционные сооружения для борьбы с боковой эрозией русел, протекающих за пределами урбанизированной зоны;
- способы борьбы с овражной и донной русловой эрозией, системой запруд с целью охраны прибрежных ландшафтов урбанизированных территорий;
- методы расчета параметров эрозионных процессов на подсистемных уровнях природно-техногенного комплекса;
- рекомендации по расчету и проектированию новых технических решений по очистке русел рек с использованием транспортирующей способности потока;
- усовершенствованные конструкции фронтальных водозаборов с совмещенными отстойниками и методы расчета по повышению степени осветления потока;
- усовершенствованные конструкции и методы расчета мелиоративных отстойников.

Реализация результатов исследований

Разработанная методика охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока прошла производственную проверку в 1999–2007 гг. в Кабардино-Балкарии. Разработанная концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов стала методической основой курса «Защитные противоэрозионные сооружения» и внедрена в учебный процесс в ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГОУ ВПО «КБГСХА», г. Нальчик).

Имитационная камерная модель, которая позволяет оперативно оценивать качественное состояние воды и управлять эрозионно-аккумулятивными процессами, внедрена в учебный процесс на кафедре информатики и математического обеспечения автоматизированных систем в ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет» (ФГОУ ВПО «КБГСХА», г. Нальчик). Разработанная имитационная система по выбору оптимальных проектных решений для противоэрозионной защиты от боковой водной эрозии на реках, протекающих в урбанизированной зоне, используется научно-исследовательским сектором ФГОУ ВПО «КБГСХА» при проектировании берегозащитных сооружений на реках Кабардино-Балкарской республики.

Разработан проект природоохранного обустройства поймы реки Нальчик в местах рекреации с внедрением новых разработок на участке 300 м. Проект включает усовершенствованную конструкцию фронтального водозабора с совмещенным отстойником, сопрягающие двухступенчатые гибкие перепады и гибкие конструкции откосных креплений, адаптированные к морфологическим и гидравлическим условиям рек. На р. Черек в районе с. Старый Черек, с. Псынабо построены противоэрозионные дамбы с габионным откосным креплением из параболических цилиндров протяженностью 1,5 км. Построена противоэрозионная дамба с габионным откосным креплением из матрасов «Рено» на р. Кенделен.

Разработанные методы расчета и конструкций противоэрозионных сооружений для защиты берегов рек и склонов приняты к внедрению в производство проектными организациями: НИС ФГОУ ВПО «КБГСХА» и ОАО «СевКавгипроводхоз». Разработанные программы по обработке экспериментальных данных активных, пассивных и активно-пассивных экспериментов и методические рекомендации по расчету усовершенствованных конструкций мелиоративных отстойников внедрены в учебный процесс в ФГОУ ВПО «КБГСХА» и ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет».

На все технические решения и способы охраны горных и предгорных ландшафтов получены патенты Российской Федерации.

Апробация работы. Основное содержание диссертации доложено: на заседаниях технических советов в проектных и научных организациях ФГОУ ВПО «КБГСХА», ОАО «СевКавгипроводхоз», ОАО «Каббалкгипроводхоз», в комитете по природным ресурсам КБР в 1998–05 гг.; на совещаниях и экологических семинарах в КБР 2002–07 гг.; на международной научно-технической конференции в ОАО «СЕВКАВИПРОВОДХОЗ» (г. Пятигорск, 2003 г.); на международной научно-технической конференции в ФГОУ ВПО «Московский государственный

университет природообустройства» (г. Москва, 2004-05гг.), на научно-технических конференциях ФГОУ ВПО «КБГСХА» 2006-07г.г; на международной научно-технической конференции в ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (г. Краснодар, 2008г).

Публикации. Опубликовано более 70 печатных работ, в том числе монография «Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока» 11,55 п.л., 12 статей опубликовано в центральных журналах согласно перечню ВАК, получено 20 патентов на изобретения. Общий объем публикаций – свыше 60 п. л.

Объем диссертации. Диссертация содержит 270 страниц машинописного текста, 78 рисунков, 39 таблиц и состоит из введения, 5 разделов, общих выводов, списка использованной литературы, включающего 266 наименований и приложения. Работа выполнена на кафедре «Гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения» ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет».

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Раскрывается актуальность проблемы, сформулированы цель работы, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту. Приведены сведения о внедрении и использовании результатов научных исследований.

В первом разделе «Состояние проблемы охраны горных и предгорных ландшафтов от воздействия водных потоков как агента эрозии и денудации» рассмотрена проблема охраны земель от склоновых, овражных и русловых процессов, которая уже давно привлекает внимание ученых, инженеров-гидротехников и является предметом научного анализа в течение уже двух столетий. За это время накоплен обширный фактический материал, выполнены крупные теоретические исследования, разработаны различные варианты технических решений и сделаны научные обобщения, имеющие важное практическое значение.

Вопросами охраны земель и ирригационной эрозии занимались И.П. Кружилин, М.С. Григоров, Е.В. Кузнецов, Щедрин В.Н., Л. А. Шомахов, Ю.П. Поляков, М.Н. Заславский, К.Н. Керевов, Б.Х. Фиашев, Григоров С.М. и др. Ими разработаны методические рекомендации по охране земель и предотвращению ирригационной эрозии.

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых В.В. Докучаева, Г.Н. Высоцкого, А.С.Козьменко, Г.А.Харитоновна, ГФ. Басова, И.П.Сухарева, А.А. Молчанова, Г.И. Швецова, Д.Л. Арманда, Г.П. Сурмача, Е.А. Гаршичева, В.М. Иволина, Н.И.Макавеева, Р.С. Чалова, М.Ю. Белоцерковского, Г.А. Ларионова, Л.Ф. Литвина, Э.Н. Молчанова, С.З. Шаваева и других описаны и изучены эрозионно-аккумулятивные процессы, происходящие на склонах и оврагах, выявлены влияние и роль лесных насаждений на протекающие процессы. Ими разработан комплекс эффективных мероприятий по управлению эрозионно-аккумулятивными процессами, протекающими на склонах и оврагах.

На горных ландшафтах одной из форм проявления движения твердого стока являются сели. Поэтому необходимо предусмотреть и комплекс мероприятий по борьбе с этими природными явлениями. Изучение селевых явлений и способы

управления этими процессами предложены С.М. Флейшманом, И.Б. Сейновой, Г.В. Гавардашвили, О.Г. Наташвили и другими. Вместе с тем, надо отметить, что эти вопросы не достаточно изучены.

Большой вклад в изучение русловых процессов и развитии учения о речных наносах был сделан отечественными учеными В.М.Лохтиным, Н.С.Лелявским, В.Г.Клейбером, В.Е.Тимоновым, Н.Н.Жуковским, М.А.Великановым, И.И.Леви, И.В.Егиазаровым, Н.И.Маккавеевым, Г.И.Шамовым, А.В. Караушевым, К.В.Гришаниным, К.И.Россинским, А.Н. Кондратьевым, И.Ф.Карасевым, и другими. Наиболее полными зарубежными публикациями являются монографии Я.Богарди (Bogardi J.) и В.А. Ванони (Vanoni V.A.), Дюбуа, Фарга, Жирардона и др.

Теория регулирования потоков и способы защиты берегов и дна рек от эрозии наиболее полно разработаны российскими учеными – М.В.Потаповым, С.Т.Алтуниным, К.Ф. Артамоновым, А.Н. Гостунским, Н.А. Вознесенским,

Р.М. Хачатряном, Х.Ш. Шапиро, И.С. Румянцевым, С.Х Абальянцем, Б.А. Пышкиным, М.И. Лупинским, И.Я. Орловым, И.И. Херхулидзе, Г.Б.Руруа, А.Ф. Печкуровым, В.П. Мальцевым, Д.Л. Меламутом, М.Р. Бакиевым, Н.М. Бухиным, И.А.-Г. Сулеймановым, З.Г. Ламердоновым и др.

Системной составляющей горных и предгорных ландшафтов являются мелиоративные каналы, которые забирают воду из рек и подают ее потребителю для оросительных или других нужд. Каналы — это искусственные реки, и в них протекают процессы, аналогичные русловым процессам. Таким образом, основными проблемами, которые осложняют эксплуатацию этих сооружений, являются размывы и заиление. Изучением режимов движения и управления водными потоками в каналах, способов защиты от размывов и заиления занимались многие российские ученые, среди которых можно отметить работы С.А. Гришкана, Ц.Е. Мирцхулавы, В.С. Алтунина, Е.К. Рабковой, С.Х. Абальянца, Т.А. Алиева, А.В. Магомедовой, Ю.М.Косиченко, В.А. Базилевича и многих других.

Вода из каналов оросительных систем поступает на орошаемые поля, которые в свою очередь являются неотъемлемой частью природных ландшафтов и, следовательно, их надо рассматривать как единое целое. Все это позволяет утверждать, что агроландшафты являются подсистемой горных и предгорных ландшафтов. Природная вода, поступающая на поля при оросительных мелиорациях, также подвергает почву эрозионным процессам, а при большом содержании наносов приводит к снижению плодородия почвы.

Анализируя и оценивая накопленные в настоящее время опыт и обширный материал, можно сделать вывод о необходимости объединения их в единый технологический блок, направленный на управление природными процессами движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах. Горные и предгорные ландшафты необходимо рассматривать как измененную в результате вмешательства человека геосистему, состоящую из звеньев, взаимообусловленных в своем размещении. Главным ключом в решении этих проблем является геосистемный подход. Большой вклад в развитие и популяризацию такого подхода внесли Г.И. Швевс, А.И. Голованов, И.П. Айдаров, Л.М. Рекс, В.В. Шабанов, А.Д. Гумбаров, Н.С. Знаменская и другие ученые.

В соответствии с вышеизложенным, для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Осуществить мониторинг и комплексный анализ причиняемого ущерба от последствий воздействия природного процесса движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах и причин несовершенства техногенного управления.

2. Разработать системную методологию и теорию охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природообустройства.

3. Разработать концептуальную модель охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока.

4. Построить имитационную камерную модель управления движения твердым стоком в речной подсистеме для оперативной оценки качественного состояния воды и управления эрозионно-аккумулятивными процессами.

5. Систематизировать и усовершенствовать техногенный блок управления эрозионными процессами на подсистемных уровнях в измененной геосистеме.

6. Систематизировать и усовершенствовать техногенный блок управления аккумулятивными процессами на подсистемных уровнях в измененной геосистеме.

7. Разработать методы расчета новых способов охраны горных и предгорных ландшафтов и дать научное обоснование по рациональному их применению.

8. Дать оценку эффективности охраны горных и предгорных ландшафтов с систематизированным и усовершенствованным техногенным блоком управления природными процессами.

Второй раздел «Методология и теория системного подхода охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природообустройства» посвящен разработанной методологии и концептуальной модели управления твердым стоком измененной геосистемы. Эрозионно-аккумулятивные процессы имеют свои особые физические законы. Их природа едина независимо от места, времени и условий его проявления, и такая трактовка единого эрозионно-аккумулятивного процесса сформулирована Г.И. Швобсом, Н.И. Маккавеевым, Г.П.Сурмачем, Е.А. Гаршиным и другими. В работах этих ученых обоснованы положения о большой взаимосвязи эрозии и аккумуляции, генезиса гидрографической сети, склонов и продуктов аккумуляции, денудации и формы склонов. Эти фундаментальные положения являются основой для выделения эрозионно-аккумулятивного процесса в особый класс физических процессов и ограничения его от широкого круга явлений и свидетельствуют о необходимости рассмотрения этих процессов во всех звеньях природной системы в единстве. Вместе с тем, эрозионно-аккумулятивный процесс (ЭАП) имеет свои формы проявления во всех звеньях, и это затрудняет создание единой физической модели ЭАП.

Многие эмпирические модели основаны на использовании «фактора рельефа» $I^m L^n$. Суммарный смысл преобразованной формулы для потока единичной ширины за единицу времени имеет вид

$$W_s = \rho \cdot q = \left(\sqrt{L^p I} \right)^3 \cdot (L^p)^{1.5} = I^{1.5} L^{3p} = I^{1.5} L^{1.2}, \quad (1)$$

где W_s — суммарный смыв; ρ — средняя мутность; L, I — длина и крутизна склона; p — показатель степени для «фактора рельефа».

Массоперенос, сопровождающий ЭАП, является сложным явлением, а имеющиеся экспериментальные данные позволяют предположить, что в каждой точке профиля мутность пропорциональна кубу скорости потока v^3 . Сам процесс эрозии начинается при достижении критической скорости $v_{кр}$. Следовательно, для моделирования эрозии необходимо знать, как изменяется скорость потока при движении по склону. Исходя из предпосылок, получается основное уравнение для формирования модели. Расход наносов q как функция скорости потока выражается соотношением:

$$q = \alpha \left(\frac{v}{v_{кр}} \right)^3 \cdot \left(\frac{v}{v_{кр}} - 1 \right), \quad (2)$$

где α — коэффициент пропорциональности.

Расход вещества за счет смыва связан с изменением высоты. На каждом участке длиной Δx за 1 секунду уносится $\Delta z \cdot \Delta x$ массы, где Δz — изменение высоты склона на концах отрезка Δx . Отсюда

$$\Delta z \cdot \Delta x = \rho(x_0 + \Delta x) - \rho(x_0) = \Delta q, \quad (3)$$

где $\rho(x_0)$ — мутность в точке x_0 , $\rho(x_0 + \Delta x)$ — мутность в точке, отстоящей от x_0 на расстоянии Δx .

Балансовое уравнение для смыва можно записать в виде

$$\Delta q = v \left(\frac{d\rho}{dx} \right)_{x=x_0} \cdot \Delta x \cdot \Delta t, \quad (4)$$

где v — скорость потока, Δq — смыв за время Δt с участка Δx , $\left(\frac{d\rho}{dx} \right)_{x=x_0}$ — градиент мутности.

Переходя к пределу, получается уравнение баланса

$$\frac{\partial z}{\partial t} = v \frac{\partial q}{\partial x}. \quad (5)$$

Полученные уравнения в совокупности означают, что гидродинамика взвешенных потоков во всех звеньях описывается общими уравнениями. Таким образом, развиваемая в работе теория о единстве и взаимообусловленности ЭАП на горных и предгорных ландшафтах имеет свое теоретическое обоснование.

Многочисленные исследования, проведенные российскими и другими учеными, изучавшими эрозионно-аккумулятивные процессы, позволили сделать вывод о неразрывности процессов, происходящих в трех звеньях: на склонах, оврагах и руслах рек. Вместе с тем надо отметить, что агроландшафты — неотъемлемая часть географических ландшафтов, и вода, поступающая на мелиоративные цели, забирается из рек. Процессы, протекающие в системах ирригации, аналогичны тем процессам, которые происходят на склонах, оврагах и руслах рек. В

каналах, которые являются искусственными руслами, происходят эрозионные процессы и аккумуляция наносов. Приведенный анализ свидетельствует о необходимости соединения агроландшафтов с искусственно созданными каналами четвертым и пятым звеном в общую цепь. Все эти пять звеньев единой природной системы связаны, и изменения, протекающие в верхних звеньях этой цепи, влияют на процессы, протекающие в нижних звеньях.

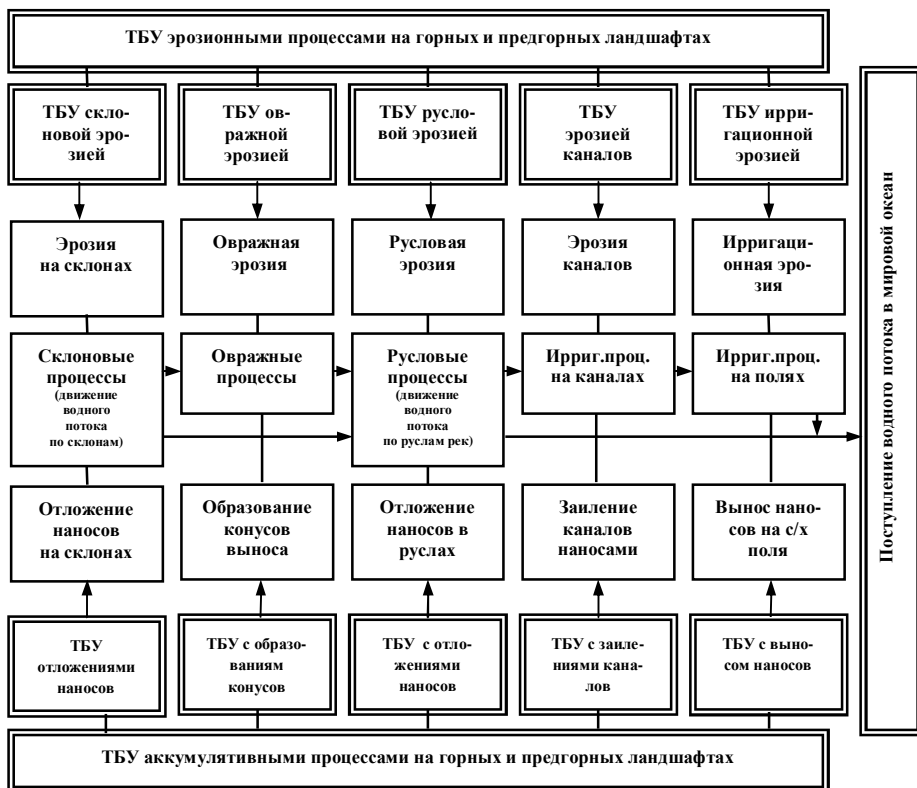


Рисунок 1 – Схема концептуальной модели управления и движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах

Горные и предгорные ландшафты в настоящее время сильно подвержены антропогенному влиянию во всех звеньях природной системы, что обуславливает необходимость рассмотрения горных и предгорных ландшафтов как измененные геосистемы или природно-техногенный комплекс. Таким образом, при решении проблемы охраны горных и предгорных ландшафтов необходим геосистемный подход и представление его как природно-техногенного комплекса (ПТК) природообустройства. Природной составляющей ПТК природообустройства являются

горные и предгорные ландшафты, а техногенной составляющей — техногенный блок управления природными процессами, созданный для достижения поставленной социально-экономической цели. Вся техносистема ТБУ (техногенный блок управления) состоит из двух подсистем: техногенного блока управления эрозионными процессами и техногенного блока управления аккумулятивными процессами. Они в свою очередь являются сложными техносистемами и состоят из подсистем: ТБУ склоновой эрозией и аккумуляцией; ТБУ овражной эрозией и аккумуляцией; ТБУ русловой эрозией и аккумуляцией; ТБУ эрозией и аккумуляцией на каналах и ТБУ ирригационной эрозией и аккумуляцией на полях при орошении. Схема концептуальной модели управления и движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах показана на рис. 1.

Каждое звено подсистемы представляет собой сложную систему, состоящую из подсистем, и природные процессы в них требуют адекватного управления техносистемой. Так, например, в русловой подсистеме схема управления эрозионными процессами будет иметь следующий вид (рис. 2).

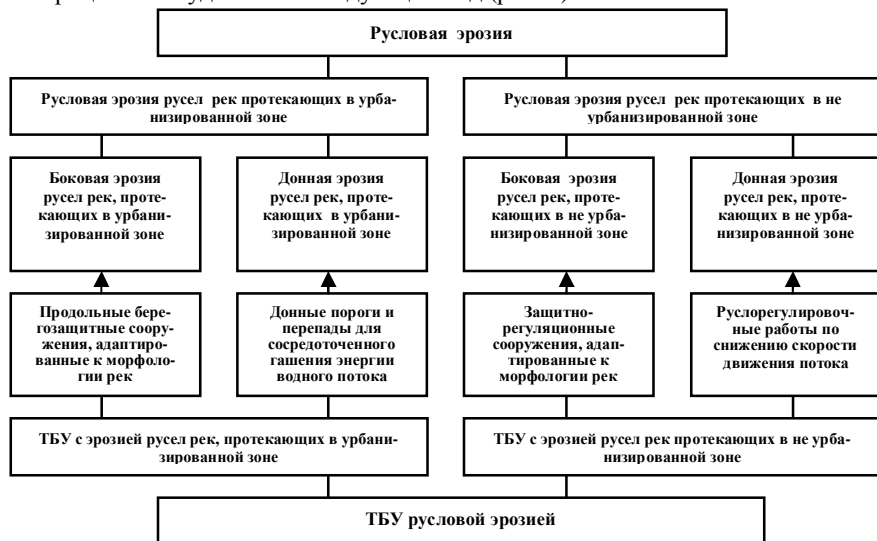


Рисунок 2 – Схема техногенного блока управления русловой эрозией в природно-техногенном комплексе природообустройства

Алгоритмы управления эрозионными и аккумулятивными процессами на склонах, оврагах, каналах и полях орошения аналогичны.

Разработана имитационная модель формирования и движения твердого стока в речной подсистеме горных и предгорных ландшафтов. Для этого произведен анализ работы систем в целом, анализ особенностей всех взаимосвязей и внутреннего строения. При системном подходе использовались математический аппарат теории исследования операций и методы неформального анализа.

Разработанная имитационная модель позволяет с желаемой полнотой описать поведение рассматриваемой системы в различных условиях и на различных

системных уровнях. При этом разработаны детальные программные системы, описывающие процессы функционирования в речной подсистеме горных и предгорных ландшафтов. Эти программы содержат подпрограммы генерирования рядов стока, осадков, а также модели управления качеством воды и другие. При помощи такой модели могут быть определены последствия различных факторов. На основе созданной модели по управлению твердым стоком были разработаны алгоритм управления речной системой, макеты входных и выходных параметров. Алгоритм реализован в среде Delphi 7, на его основе были проведены имитационные эксперименты.

Природно-техногенный комплекс (горные и предгорные ландшафты на территории Кабардино-Балкарской республики) рассматривали в однородных гидрологических районах, с этой целью вся территория республики делится на районы (камеры) по водосборам рек Малка, Баксан, Чегем, Черек, Урух, Терек с учетом климатических особенностей (рис. 3). Горная часть республики (камеры 1, 2, 3, 4) находится в зоне достаточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков здесь колеблется от 550мм до 880мм. До высоты 200м над уровнем моря горные почвы используются для земледелия. Камеры 5, 6, 7 расположены в предгорной зоне, характеризующейся волнистым рельефом. Количество выпадающих здесь осадков меньше, чем в горной зоне, и составляет 460-615мм в год. Рельеф степной зоны (камеры 8, 9) более гладкий. Климатические условия характеризуются недостаточным увлажнением с неравномерным распределением осадков по периодам.

Среднегодовое количество осадков составляет 425-500мм. Все камеры связаны между собой только через русловые потоки рек и имеют только один выход, связывающий их с нижележащими камерами. В соответствии с разбиением региона на камеры строится ориентированный граф связей, вершинами которого являются камеры, а дуги соответствуют перетокам воды из вышележащих камер в нижележащие.

Имитационная модель имеет блочную структуру, дающую возможность описывать каждый моделируемый объект с помощью того математического аппарата, который наиболее адекватен характеру процесса. При разработке системы имитационных моделей формирования твердого стока на горных и предгорных ландшафтах в качестве водного объекта была выбрана река, относительно которой были сделаны предположения.

Имитационная модель реки дискретизирована по времени и по событиям. В блоках, дискретизированных по времени, моделируется состояние системы (притоки, расходы, требования) в последовательных временных интервалах. В предлагаемой модели временной шаг принят равным месяцу, поскольку регулярно собираемая информация такой шаг моделирования полностью обеспечивает.

На первом шаге работы системы определяются объемы воды в каждой камере, в качестве которых берут среднеегодовое значение этой величины. На каждом шаге задаются значения гидрометеорологических факторов: температуры воздуха и осадков. Для расчета объема твердого стока предназначен блок «Твердый сток». Входными параметрами в этом блоке являются, объем воды в камере в данный момент времени и количество твердого стока.

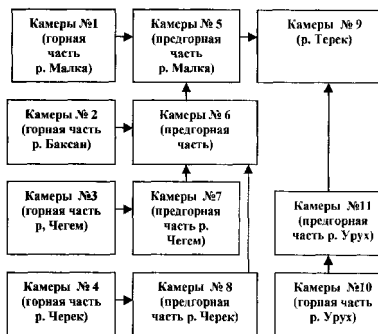


Рисунок 3 – Граф связей камер горных и предгорных участков бассейна р. Терек

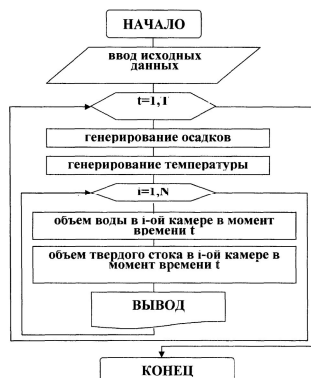


Рисунок 4 – Алгоритм модели управления речной системой

В блоке «Расход» определяется объем i -й камеры в момент времени t на основе уравнения водного баланса:

$$V(t, i) = V(t-1, i) + \mu(i-1)V(t, i-1) - \mu(i)V(t-1, i) + Q(t) + S(t), \quad (6)$$

где $V(t, i)$ – объем воды в i -ой камере в момент времени t ; $\mu(i)$ – коэффициент уклона i -ой камеры; $Q(t)$ – количество осадков, выпавших в момент времени t ; $S(t)$ – величина поверхностного стока в момент времени t . Поступление воды в первую камеру генерируется на основе многолетних данных. В блоке «Осадки» генерируется величина выпавших осадков на основе многолетних данных. Блок «Температура» предназначен для определения значений температур воздуха основе многолетних данных. В блоке «Твердый сток» формируются и определяются значения твердого стока $S(t)$. Донные наносы на горных и предгорных реках при определенных значениях скоростей начинают перемещаться. В силу этого умение определять возможный сток и режим наносов имеет большое практическое значение для рационального проектирования и природопользования. Для определения расхода донных наносов может использоваться методика, предложенная Я.И. Никитиным или другими учеными. В блоке «Качество воды» рассчитывается комплексная оценка качества воды, разработанная В.И. Гурарием и А.С. Шайн. Ими предложена комплексная оценка качества воды на основе общесанитарного индекса, названного индексом качества воды, включающего 10 показателей, и индекса загрязненности, учитывающего одновременное присутствие в воде вредных веществ.

Результаты имитационных экспериментов обработаны специальными методами и представлены пользователю в удобном для него виде.

В третьем разделе «Эрозионные процессы на горных и предгорных ландшафтах, анализ и совершенствование техногенного блока управления измененной геосистемой» приводятся новые способы по управлению эрозионными процессами в подсистемных уровнях, совершенствующие блок управления эрозионными процессами на горных и предгорных ландшафтах.

Вся техносистема по управлению эрозионными процессами состоит из подсистем управляющих эрозионными процессами на склонах, полях орошения в оврагах, руслах рек и каналов.

Приводятся известные и новые способы управления эрозионными процессами на склонах и оврагах, методические рекомендации по их расчету и проектированию.

При решении русловых эрозионных и аккумулятивных проблем следует разделять ландшафты на урбанизированные и не урбанизированные зоны. На реках, протекающих в урбанизированных зонах, как правило, требуются более надежный и дорогостоящий класс сооружений. Так, в настоящее время для рек, протекающих в урбанизированной зоне, разработана методология по выбору оптимальных проектных решений гибких противозерозионных берегозащитных сооружений адаптировано к морфологии и гидравлике рек.

За пределами урбанизированных зон для защиты берегов рек от боковой водной эрозии и охраны прибрежных ландшафтов эффективнее использовать поперечные защитно-регуляционные сооружения. Поперечные конструкции в отличие от продольных сооружений являются более экономичными и требуют меньшее количество строительного материала. Вместе с тем, они менее эстетичны и неприменимы на реках, протекающих в урбанизированных зонах в местах рекреации.

Блок управления эрозионными процессами предлагается дополнить новыми запатентованными в Российской Федерации сборными сквозными поперечными конструкциями защитно-регуляционных сооружений (Патенты РФ № 2247191, 2311508, 2317370). Такие сооружения являются эффективным техническим решением для борьбы с боковой водной эрозией на реках, протекающих за пределами урбанизированной зоны. Их можно использовать и для проведения руслорегуляционных работ. Так, например, сквозное поперечное берегозащитное сооружение из сборных треугольных ферм сооружается и работает следующим образом. На размываемом берегу устанавливается сквозное поперечное берегозащитное сооружение. При этом угол установки зависит от ширины русла, возможного свала потока на берег и других морфологических элементов потока и русла. Длина сквозных поперечных берегозащитных сооружений и расстояния между ними определяются по разработанным методическим рекомендациям.

Для усиления устойчивости сквозной поперечной полузапруды, а также повышения экономичности конструкции форму поперечного сечения можно изменить. Для этого разработана конструкция берегозащитного сооружения, которая является максимально устойчивой из-за снижения центра тяжести.

Коэффициент застройки изменяется по длине, может быть определен по формуле

$$P = \frac{kbN_i n}{l_i}, \quad (8)$$

где N – число треугольных ферм на рассматриваемом участке сквозной поперечной берегозащитной шпору; n – число стержней в треугольной ферме; b – ширина распорного элемента; k – коэффициент неравномерности распределения

распорных элементов в конструкции, который можно принять равным 0,5; l_i – длина участка сквозной поперечной берегозащитной шпоры.

Снижение коэффициента застройки в голове шпоры снижает глубину размыва, величина которой определяется по формуле

$$t = k_t P^2 \frac{v^2}{2g}, \quad (9)$$

где k_t – коэффициент, зависящий от вида грунта для песка крупностью, $d_{cp} = 14$ мм, $k_t = 50$; v – бытовая скорость.

Сборные поперечные защитно-регуляционные сооружения собираются из полых треугольных блоков механически, путем соединения их в фермы и прикрепления к поперечной арматуре хомутами.

Величина перепада головы сквозной шпоры определяется по формуле, предложенной С.Т. Алтуниным и К.Ф. Артамоновым

$$Z = kP^2 \frac{v^2}{2g}, \quad (10)$$

где v – скорость до установки шпоры; k – коэффициент, зависящий от размываемости дна и от обтекаемости стержней решетки; при твердом дне $k = 10$, при размываемом песчаном дне $k = 4$.

Глубина размыва в створе решетки зависит от застройки решетки, скорости течения и перепада Z , и для одного грунта в створе шпоры прямо пропорционально перепаду

$$t = mZ; \quad m = \frac{1,75}{d_{cp}}; \quad t = 1,75 \frac{Z}{d_{cp}}. \quad (11)$$

При установке нескольких шпор с расстояниями между ними средняя скорость потока в створе ниже N -ой шпоры определяется по выражению

$$v_N = v(1 - P)^N, \quad (12)$$

где N – количество шпор.

Длина полосы вдоль берега L , на которую распространяется действие шпоры

$$L = 6l_{ш} P \sqrt{ctg \alpha}, \quad (13)$$

где $l_{ш}$ – длина одиночной шпоры; α – угол между направлением потока и касательной к берегу.

Реки, протекающие в урбанизированной зоне и в местах рекреации, как правило, в силу необходимости предохранения прилегающей территории надежно защищены от боковой водной эрозии берегоукрепительными сооружениями. На горных и предгорных участках таких рек в русле возникает донная эрозия, в результате чего разрушаются берегоукрепительные сооружения и дамбы. В силу

этого, остро стоит проблема надежной защиты от донной эрозии регулировочными сооружениями, которые являются надежными, экономичными, экологичными и гармонично вписываются в архитектуру окружающей среды. Установка перепадов жесткой конструкции и опыт их эксплуатации выявил ряд недостатков, таких как: неэффективность конструктивных решений перепадов; необоснованность планового расположения и частоты их установки без учета фракционного состава русловых отложений; отсутствие расчетного обоснования размеров отдельных элементов перепада.

Опыт эксплуатации защитно-регуляционных сооружений показал, что наиболее эффективными техническими решениями являются гибкие конструкции перепадов, так как все они подвержены различного рода деформационным воздействиям, вызванным специфическими условиями работы гидротехнических сооружений в воде. Такая идея была предложена С.М. Флейшманом и реализована на реках Кабардино-Балкарской республики. С учетом недостатков, разработаны новые технические решения (Патент РФ №2256024 и №2256025) и способ строительства гибких сопрягающих сооружений (Патент РФ №2266363).

Дано обоснование планового расположения сопрягающих сооружений, учитывающее уклоны реки и фракционный состав русловых отложений поймы. Для этого русло реки по длине разбивается перепадами на участки с уклонами, меньшими, чем действительные уклоны, и гашение избыточной энергии водного потока осуществляется сосредоточенно в водобойных колодцах. Проектный уклон реки i_{np} , формируемый строительством системы перепадов, определяется с учетом фракционного состава русла реки и определяется из совместного решения уравнений Шези и Г.И. Шамова.

$$i_{np} = \frac{21,16d^{\frac{2}{3}}h^{\frac{1}{3}}}{C^2R}, \quad (14)$$

где R – гидравлический радиус; d – диаметр частиц, меньше которого в данном грунте содержится по весу 60% частиц; h – глубина потока при расходе расчетной обеспеченности.

Зная общую длину реки l и действительные значения уклона дна русла реки i , можно определить длину участка между перепадами и их количество.

В настоящее время остро стоит проблема защиты каналов от размывов. На каналах в земляном русле наблюдаются деформации, которые ухудшают мелиоративное состояние орошаемых земель и снижают на них урожайность сельскохозяйственных культур. Для борьбы с деформациями на каналах оросительных систем применяют различные типы защитных покрытий, на долю которых приходится значительный объем капитальных вложений при строительстве каналов.

При выборе защитных покрытий на оросительных каналах важное значение имеет обоснование наиболее эффективных и экономичных конструкций применительно к конкретной трассе канала с учетом грунтовых, гидрогеологических и климатических условий. Для обоснования различных вариантов защитных покрытий необходимо иметь достоверные данные об их эксплуатационной надежности

и долговечности. Для исследования были выбраны двенадцать вариантов откосных креплений: каменная наброска; каменное мощение; габионное крепление из параболических цилиндров; габионное ячеистое крепление; габионное крепление из матрасов «Рено»; габионное крепление из плоских матрасов; габионное крепление из сборных тюфяков; армобутобетонное крепление; армобетонное ячеистое крепление; армобетонное крепление; раскосное ячеистое крепление; тюфячное крепление из бетонных плит. Анализ натуральных обследований действующих защитных креплений каналов показал, что морфология и гидравлика реки являются объективным показателем при выборе варианта защитного крепления. Основные факторы, влияющие на процесс боковой водной эрозии в каналах, аналогичны руслам рек.

Основными морфологическими элементами русла, которые учитываются при выборе варианта, являются: фракционный состав русла; уклон русла; относительное заполнение поймы; форма русла реки в плане.

Основными факторами, влияющими на выбор варианта защитных креплений, являются: коэффициент кинетичности, $Fr = \alpha \frac{v^2}{gH}$ (X_1); коэффициент устойчивости, $f = \frac{d}{l}$ (X_2).

В качестве параметра оптимизации принято решение использовать уже известный интегральный показатель, состоящий из суммарной оценки по надежности, экономичности и экологичности. Оценка работы каждого отдельного варианта защитного крепления производилась по десятибалльной системе.

Вышеприведенный анализ позволяет сделать вывод, что разработанные модели берегозащитных сооружений можно адаптировать для каналов, зафиксировав величины мутности потока и продолжительности паводкового периода.

Разработаны двенадцать имитационных моделей (табл.1) для принятых вариантов защитных креплений. Имитационные модели позволяют оценивать эффективность работы конструкции защитного покрытия в зависимости от конкретных величин морфологических и гидравлических элементов. Для автоматизированного выбора защитного покрытия в зависимости от величины морфологических элементов потока и русла разработан алгоритм (рис. 5).

По величине интегрального показателя осуществляется выбор оптимального варианта защитного крепления.

Построены поверхности отклика и проанализирована эффективность работы различных вариантов защитных покрытий в факторном пространстве (рис. 6).

В четвертом разделе «Аккумулятивные процессы на горных и предгорных ландшафтах, анализ и совершенствование техногенного блока» приводятся новые технические решения по управлению природными аккумулятивными процессами в измененной геосистеме.

Таблица 1 - Имитационные модели работы защитных покрытий

№	Наименование защитного покрытия	Имитационные модели работы защитных покрытий
1	Каменная наброска	$P_1 = 5,761 - 10,266X_1 + 2,102X_2 - 1,309X_1X_2 + 6,647X_1^2$
2	Каменное мощение	$P_2 = 3,276 - 7,137X_1 + 1,448X_2 - 1,231X_1X_2 + 4,75X_1^2 + 0,15X_2^2$
3	Габионное крепление из параболических цилиндров	$P_3 = 5,257 - 1,056X_1 + 1,964X_2 - 0,468X_1X_2 + 1,544X_1^2 + 2,394X_2^2$
4	Габионное ячеистое крепление	$P_4 = 2,154 - 2,416X_1 + 1,56X_2 - 0,79X_1X_2 + 0,924X_1^2 + 1,824X_2^2$
5	Габионное крепление из матрасов «Рено»	$P_5 = 4,019 - 1,584X_1 + 2,098X_2 - 0,59X_1X_2 + 1,4X_1^2 + 2,4X_2^2$
6	Габионное крепление из плоских матрасов	$P_6 = 3,705 - 1,752X_1 + 1,673X_2 - 0,602X_1X_2 + 1,321X_1^2 + 2,071X_2^2$
7	Габионное крепление из сборных тюфяков	$P_7 = 5,743 - 1,431X_1 + 1,664X_2 - 0,536X_1X_2 + 2,696X_1^2 + 1,046X_2^2$
8	Армобутобетонное крепление	$P_8 = 1,5121 - 1,814X_1 + 0,714X_2 - 0,311X_1X_2 + 0,187X_1^2 + 0,187X_2^2$
9	Армобетонное ячеистое крепление	$P_9 = 1,6903 - 1,902X_1 + 0,747X_2 - 0,6X_1X_2 - 0,235X_1^2 + 0,465X_2^2$
10	Армобетонное крепление	$P_{10} = 1,4255 - 1,165X_1 + 0,434X_2 - 0,455X_1X_2 + 0,4X_1^2 + 0,4X_2^2$
11	Раскосное ячеистое крепление	$P_{11} = 2,969 - 4,488X_1 + 1,978X_2 - 0,99X_1X_2 + 3,621X_1^2 + 1,471X_2^2$
12	Тюфячное крепление из бетонных плит	$P_{12} = 9,753 - 1,824X_1 + 0,864X_2 - 0,517X_1X_2 - 0,19X_1^2 + 0,86X_2^2$

Аккумуляция твердого стока имеет место во всех звеньях геосистемы и наносит такой же ущерб народному хозяйству, как и эрозия. Поэтому все прогнвоаккумулятивные мероприятия и сооружения объединены в единый блок и представляют сложную техносистему, состоящую из подсистем по управлению аккумулятивными процессами на склонах и полях орошения, в оврагах, руслах рек и каналах. Каждая подсистема представляет сложную систему и требует адекватного управления аккумулятивными процессами в природно-техногенном комплексе.

В условиях Кабардино-Балкарской республики важное значение приобретают селепропускные и селенаправляющие устройства. Наибольший вред, причиняемый прохождением селей в долинах Баксана, Чегема, Черка Балкарского и Черка Безенгийского, вызывается либо полным отсутствием селепропускных сооружений на дорогах, проложенных вдоль этих долин, либо их неудовлетворительными конструктивными решениями.

Селевую массу, сходящую с селеопасных рек, можно рационально использовать для уменьшения проектных уклонов горных участков рек путем заиления запруд, что будет снижать опасность появления чрезвычайных ситуаций.

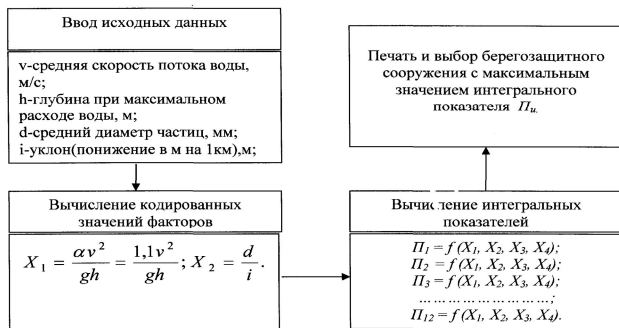


Рисунок 5 – Алгоритм выбора оптимального варианта защитного покрытия в зависимости от величины морфологических элементов потока и русла

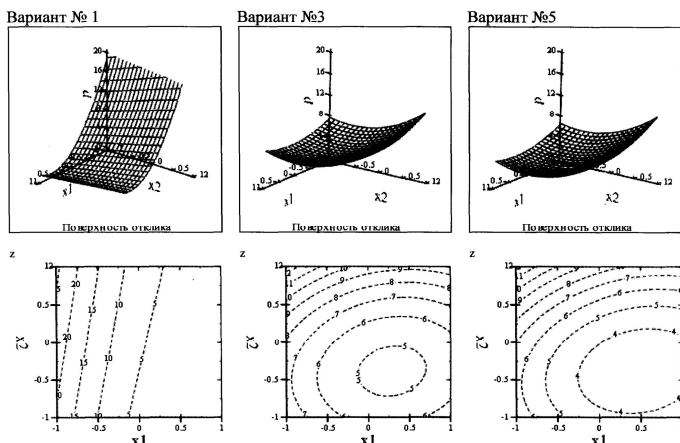


Рисунок 6 – Поверхности отклика вариантов моделей защитных покрытий 1,3,5

Селезащитное сооружение (Патент РФ № 2223361) задерживает определенные фракции селевого потока, разрушающие или забивающие селепроводящий лоток. Для повышения эффективности работы сооружения может состоять из каскада плотин, устраиваемых на скальном основании, с уменьшающимися по ходу движения селя отверстиями.

Давление селевого потока воспринимается пологим верховым откосом плотины. Арочная конструкция селезащитного сооружения позволяет полностью использовать несущую способность бетона. Селевой поток проходит через отверстия селезадерживающей плотины. При этом фракции размером менее 1-1,5 м беспрепятственно проходят через сооружение, а более крупные задерживаются в верхнем бьефе.

Характерной особенностью практически для всех рек Кабардино-Балкарской республики является затяжной паводковый период, и некоторые реки на предгорных участках подвержены аккумуляции, что наносит большой ущерб народному хозяйству. Во многих местах образовались широкие поймы и происходит отложение наносов, что в конечном итоге приводит к подтоплению близлежащих территорий. Главным способом решения этой проблемы является расчистка русел рек, которая на сегодняшний день производится в основном бульдозерами, экскаваторами и автосамосвалами. Так, разработаны новые ресурсосберегающие технологии очистки русел рек от наносов: очистка русел рек методом удаления крупных фракций с использованием транспортирующей способности потока (патент РФ № 2256023, № 2318952, № 2318954).

Суть метода состоит в том, что транспортирующая способность потока зависит от фракционного состава наносов. Для этого бульдозерами, имеющими грабельные отвалы, производится расчистка русла реки от крупных фракций. Количество крупных фракций в наносах может колебаться от 5 до 20 процентов от общей массы, поэтому нет необходимости осуществлять очистку от всей массы, а можно использовать энергию потока воды для очистки. Для этого удаляют крупные фракции и увеличивают размывающую способность русла реки. При наличии крупных фракций постепенно образуется отмостка, которая защищает русло реки от размыва. Размеры крупных фракций могут быть 50 – 400мм. Для удаления крупных фракций бульдозеры перемещаются в поперечном направлении от оси реки к берегу, постепенно образуя дамбы.

Для определения требуемого диаметра камня, который необходимо удалять из поймы грабельными отвалами, предложена формула

$$d = \frac{0,6v_{\Delta 0}^2 \delta_0}{gm(\delta - \delta_0)}, \quad (15)$$

где m – коэффициент условий работы (для «чистых» потоков $m=1$, для потоков с содержанием наносов больше $0,1 \text{ кг/м}^3$ $m \approx 1,4$); δ_0 и δ – удельный вес соответственно воды и частиц грунта; $v_{\Delta 0}$ – средняя скорость потока у дна.

Зная среднюю придонную скорость, можно определить средний диаметр русловых отложений, который в состоянии транспортировать поток, а по нему – и ширину прозоров в грабельном отвале.

Одним из основных способов снижения поступления наносов в системы ирригации является эффективная работа водозаборных и очистных сооружений в голове магистральных каналов. Обследования эксплуатируемых в настоящее время водозаборов и мелиоративных отстойников показывают недостаточную эффективность очистки воды. Анализ проектных решений показал недоучет механизма переноса наносов в толще потока и распределение мутности по вертикали. Согласно этому распределению, эффективным является проектирование водозаборных и очистных сооружений с забором воды из верхних слоев потока.

Процесс распространения взвеси в потоке неотделим от внутренней структуры потока, отражаемой статистическими характеристиками русловой турбулентности. К распределению мутности по вертикали непосредственно приводят балансо-

вые соотношения переноса взвеси преобладающими турбулентными образованиями, имеющими масштаб δ_0 .

Рассмотрим баланс твердого вещества, переносимого через единичную площадку, расположенную на высоте z над дном. Восходящие дискретные объемы обладают мутностью s , а нисходящие с учетом приращения на протяжении Δz по вертикали будут иметь насыщение $s + s_z^1 \Delta z$.

Скорость перемещения турбулентных образований вдоль оси z естественно отождествить с вертикальной составляющей пульсационной скорости σ_z . По данным И. К. Никитина, она имеет наибольшее значение у дна и слабо изменяется в толще потока. Если для условий контактного массообмена на верхней границе придонного слоя при определении мутности s_δ принята во внимание максимальная скорость вихреотделений, то во всей остальной зоне потока можно величину вертикальной составляющей скорости считать постоянной:

$$\sigma_z = 0,7\sqrt{ghl} = \frac{0,7\sqrt{g}}{C}v. \quad (16)$$

При установившемся переносе частиц, обладающих гидравлической крупностью u , уравнение баланса для выделенной единичной площадки получит следующий вид:

$$(\sigma_z + u)(s + s_z^1 \Delta z) = (\sigma_z - u)s. \quad (17)$$

Если роль переносчика взвеси выполняют дискретные объемы турбулентных образований размером δ_0 , то, очевидно, уравнение баланса сохранит свою определенность лишь при условии, что градиент мутности рассматривается на расстоянии $\Delta z \leq \delta_0$. За пределами этих значений становятся вероятными нарушения статистической связанности наносонесущих объемов, а баланс переноса твердых веществ вверх и вниз может принять отличные от нуля значения.

Полагая $\Delta z = \delta_0$ и выполняя простые преобразования, получаем дифференциальное уравнение

$$\frac{ds}{s} = -\frac{2udz}{\delta_0(\sigma_z + u)}, \quad (18)$$

которое после интегрирования дает распределение мутности по вертикали

$$s = C_s e^{-\frac{2uz}{\delta_0(\sigma_z + u)}}. \quad (19)$$

Постоянная в этом уравнении является ничем иным, как донной мутностью: $C_s = s_\delta$.

Исследования Е. М. Минского позволяют принять масштаб турбулентных образований $\delta_0 = 0,17h$. После подстановки значений параметров σ_z и δ_0 получаем расчетную формулу для распределения мутности по вертикали

$$s = s_\delta e^{-\frac{12u\bar{c}z}{uC+0,7v\sqrt{g}}}, \quad (20)$$

где $\bar{z} = \frac{z}{h}$ – относительная высота точки над дном.

Уравнение профиля мутности (21) представлено в расчетном виде и подтверждается результатами измерений. Графики изменения мутности потока по глубине приведены на рис.7. Из построенных графиков видно влияние скорости потока на распределение мутности потока по глубине. Увеличение скорости потока усиливает взмучивание частиц более мелких фракций и не оказывает заметного влияния на более крупные фракции.

Для улучшения работы фронтальных водозаборов предложен ряд технических решений, позволяющих устранить отмеченные выше недостатки. Так, например, простейшим вариантом, позволяющим улучшить работу водозаборного сооружения, является преобразование кармана в отстойник с периодической промывкой (Патент РФ № 2323297). Для этого в голове кармана необходимо установить шлюз–регулятор, а дно образовавшегося однокамерного отстойника с периодической промывкой – запроектировать под уклоном. Наиболее совершенной конструкцией водозаборного сооружения являются фронтальные водозаборы с двух–многокамерными отстойниками с лотковым забором воды из отстойника. Длина рабочей камеры–отстойника определяется по формуле:

$$S_{\text{кам}} = kH_{\text{cp}} \frac{V_{\text{cp}}}{\omega}, \quad (21)$$

где k – числовой коэффициент, принимаемый в пределах 1,3-1,5; ω – гидравлическая крупность расчетных фракций наносов, подлежащих осаждению.

На основе расчетов объемов отложившихся в камере наносов определяют время ее заилиения. Объем отложившихся наносов в камере к моменту ее промывки

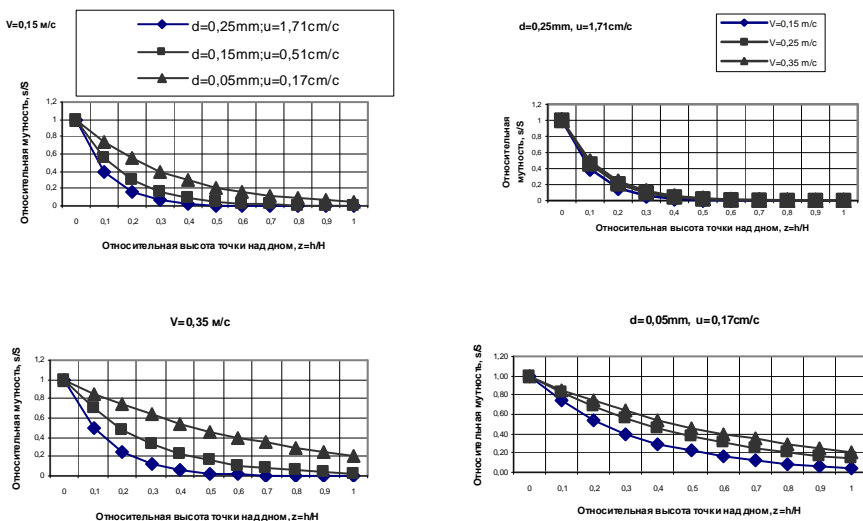


Рисунок 7 – Графики изменения относительной мутности потока по вертикали

можно рассматривать как объем состоящий из двух частей, объема, образовавшегося в результате отложения расчетных фракций и крупнее их V_1 , а также фракций менее расчетных V_2 :

$$V_1 = 0,001\mu_{h_p} Q_{кам} t, \quad (22)$$

$$V_2 = 0,001 \frac{Q_{кам} t}{H_{cp}} (\mu_1 h_1 + \mu_2 h_2 + \dots + \mu_n h_n), \quad (23)$$

где t – время осаждения наносов; μ_p – суммарная объемная мутность расчетных фракций и крупнее их; $Q_{кам}$ – расход, проходящий через камеру; где $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ – объемная мутность отдельных фракций наносов; h_1, h_2, \dots, h_n – глубина, с которой отдельные фракции взвешенных наносов осаждаются в камере отстойника.

Транспортируемая вода по оросительным каналам и лотковой сети должна быть максимально очищена от наносов. Высокая степень осветления потока достигается в отстойниках с периодической промывкой с забором воды с верхних слоев потока. Разработаны новые технические решения по реконструкции действующих и строительству новых мелиоративных отстойников с периодической промывкой (Патент РФ № 2318951, № 2322547, № 2323294).

Так, в среднем и нижнем течении реки Кабардино-Балкарской республики несут большое количество донных взвешенных наносов. Средняя мутность воды у водозаборов магистральных оросительных каналов республики, по результатам натуральных обследований, составляет в граммах на 1 м³ воды в реках: Терек – 6900, Малка – 3200, Баксан – 3000, Черек – 3900 и Чегем – 2000. В этих же створах в период паводков наибольшая мутность достигает в реке Терек 17кг на 1м³ воды. Диаметр взвешенных частиц, например, в реке Терек, выражается в следующих величинах (в процентах): крупный песок – от 1,0 до 0,5мм в диаметре 0,2%; средний песок – от 0,5 до 0,25мм в диаметре 0,6%; мелкий песок – от 0,25 до 0,05мм в диаметре 13,7%; пыль – от 0,1.0 до 0,05мм в диаметре 47,1 %; ил – меньше 0,001мм в диаметре 38,4%. Частицы песка крупнее 0,15мм оседают в каналах, заиляют их, а при выносе на поля ухудшают качество почвы. При поливах в период повышенной мутности каналы оросительных систем могут выносить до 20 т наносов за вегетационный период, что снижает плодородие почвы. Так, на оросительных системах, забирающих воду из малокабардинского канала, после поливов образовался на полях слой песка, который снизил плодородие почв. Поэтому на головных водозаборах необходимо устройство надежных и эффективных отстойников.

В диссертационной работе приведена методика и дан пример расчета расширяющегося многокамерного отстойника с периодической промывкой.

В пятом разделе «Оценка эффективности мероприятий по охране горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока» даются оценка ущерба, наносимого водной эрозией в звеньях подсистемы природно-техногенного комплекса; оценка реализации новых разработок по управлению твердого стока на горных и предгорных ландшафтах; оценка эффективности ме-

роприятий по защите рек от боковой и донной водной эрозии на горных и предгорных участках рек.

Экологическим критерием оценки стабильности и способности горных и предгорных ландшафтов сохранять свои основные свойства является коэффициент экологической стабильности $K_{эс}$. Коэффициент экологической стабильности учитывает структуру основных элементов горных и предгорных ландшафтов, их экологическую значимость и определяется как

$$K_{эс} = \left(\sum_{i=1}^{i=n} f_i \cdot k_{1i} \cdot k_{2i} \right) / \omega, \quad (24)$$

где f_i – площадь основных элементов, входящих в состав горных и предгорных ландшафтов, в % от общей площади системы; k_{1i} – относительная экологическая значимость отдельных компонентов; k_{2i} – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа ($k_{2=1}$ – стабильный; $k_{2=0,7}$ – нестабильный, например рельеф песков, склонов, оползней); ω – площадь рассматриваемого горного и предгорного ландшафта, $\omega = 100\%$.

Оценка экологической стабильности проводится в соответствии со следующей шкалой: $K_{эс} < 0,33$ – нестабильный; $0,34 \dots 0,5$ – малостабильный; $0,51 \dots 0,66$ – среднестабильный и $> 0,66$ – стабильный.

В разделе приводится проект природоохранного обустройства поймы реки Нальчик в местах рекреации с внедрением новых разработок.

Анализ состояния обустраиваемого участка позволил сделать акцент на использовании гибких конструкций гидротехнических сооружений и креплений. В месте водозабора принято решение запроектировать новую конструкцию фронтального водозабора с совмещенным отстойником (Патент РФ № 2323297). Водосбросная часть водозабора представляет собой многоступенчатый перепад, который рассчитан на пропуск расхода однопроцентной обеспеченности, равного $Q = 180 \div 200 \text{ м}^3 / \text{с}$. Забор воды для заполнения каскада курортных озер будет осуществляться из отстойника фронтального водозабора.

В качестве сопрягающих сооружений, на которых планируется сосредоточенно гасить избыточную энергию потока, принято решение использовать гибкие многоступенчатые перепады (Патент РФ №2256025, №2266363). Количество перепадов определяется в зависимости от уклонов местности и условий обеспечения безопасности людей при отдыхе, т.е. принято, что высота ступеней будет в пределах одного метра. Задача многоступенчатых перепадов – сосредоточенно гасить избыточную энергию водного потока реки, изменив их установкой естественные уклоны на проектные, позволяющие предотвратить донную эрозию русла реки. Частота установки многоступенчатых перепадов определяется расчетами из условия образования каменной отмостки в русле реки с размерами фракций меньше 60 %, которые составляют 80мм.

Рассматриваемый участок находится в зоне рекреации, поэтому прибрежная территория и пойма должны быть доступными для массового отдыха. В качестве

берегозащитного сооружения наиболее эффективным вариантом по результатам подсчетов на предпроектной стадии являются дамбы с гибкими армобетонными креплениями с интегральными показателями $\Pi_{ii} = 17 \div 18$.

Дана оценка экономической эффективности природоохранного обустройства поймы реки Нальчик в местах рекреации с внедрением новых разработок.

Рассматривались два варианта: первый вариант – существующие жесткие сооружения и элементы крепления откосов; второй вариант – гибкие противоэрозионные берегозащитные сооружения – армобутобетонное и армобетонное крепление откосов.

Основными исходными данными для инвестиций являются сводные сметно-финансовые расчеты, сводки затрат, объектные и локальные сметы. Срок окупаемости капитальных вложений определялся для обоих вариантов: по первому варианту – срок окупаемости с учетом дисконтирования $n_1 = 8$ лет; по второму варианту – срок окупаемости с учетом дисконтирования $n_1 = 7$ лет.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Осуществлен мониторинг и комплексный анализ причиняемого ущерба от воздействия водной эрозии и природного процесса движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах из-за несовершенства техногенного управления геосистемой и сделан вывод о необходимости геосистемного подхода для решения этой проблемы.

2. На основе геосистемного подхода разработана методология охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природо-обустройства, в которой вся геосистема разбита на пять взаимосвязанных звеньев: склоны; овраги; русла рек; каналы; агроландшафты, а техносистема состоит из подсистем по управлению эрозионными и аккумулятивными процессами. Каждое из звеньев является сложной техно-природной системой и состоит из подсистем.

3. На основе разработанной методологии построена концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. Концептуальная модель представляет собой алгоритм управления природными процессами движения твердого стока на горных и предгорных ландшафтах и служит основой для управления процессами движения твердого стока и построения имитационных моделей, в подсистемах и системе в целом с использованием современных информационных технологий и технических решений. Концептуальная модель в дальнейшем по мере накопления знаний может уточняться и дополняться.

4. Разработана имитационная камерная модель управления движения твердым стоком в речной подсистеме на основе современных информационных технологий, которая позволяет оперативно оценивать качественное состояние воды и управлять эрозионно-аккумулятивными процессами с помощью современных персональных компьютеров (Свидетельство о госрегистрации №2008612722). Имитационная камерная модель внедрена в учебный процесс на кафедре информатики и математического обеспечения автоматизированных систем в ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет».

5. Систематизирован и усовершенствован техногенный блок управления эрозионными процессами измененной геосистемы, состоящий из подсистемы по

управлению склоновыми, овражными, русловыми и ирригационными процессами на каналах и агроландшафтах.

6. Разработаны новые конструкции и методика расчета сквозных селезащитных сооружений для предотвращения овражной эрозии и образования конусов выноса. Работа селезащитных сооружений основана на гашении ударного воздействия селевого потока с передачей усилий арочной конструкцией на боковые устои. Селевая масса с фракциями, способными транспортироваться потоком, пропускается сквозь плотины, а размерами 1÷1,5 м и более крупные фракции аккумулируются в верхнем бьефе. Разработанную конструкцию рекомендуется использовать на горной реке Герхожан-Су в Кабардино-Балкарской республике

7. Для борьбы с боковой водной эрозией на реках, протекающих за пределами урбанизированной зоны разработаны новые конструкции поперечных защитно-регулирующих сооружений применительно к различным морфологическим и гидравлическим условиям рек. Предложены облегченные сплошные поперечные защитно-регулирующие сооружения и сквозные конструкции, состоящие из распорных ферм (Патенты РФ №2311508, №2317370, №2324028). Даны оценка работы и рекомендации для их использования адаптировано к морфологическим и гидравлическим условиям рек, протекающих за пределами урбанизированной зоны.

8. Для борьбы с донной эрозией на реках, протекающих в урбанизированной зоне, разработан способ, основанный на гашении энергии в многоступенчатых гибких перепадах (Патенты РФ №2250295, №2256024, №2256025, №2266363). Дано обоснование планового расположения сопрягающих сооружений, учитывающее уклоны реки и фракционный состав русловых отложений поймы. Проектный уклон реки i_{np} , формируемый строительством системы перепадов, определяется с учетом фракционного состава русла реки. Предложены методические рекомендации по их расчету и проектированию.

9. Для выбора оптимального варианта защитного покрытия каналов, для предотвращения размывов построена имитационная система, состоящая из двенадцати имитационных моделей. Основными факторами, влияющими на выбор варианта берегоукрепительного сооружения, являются: коэффициент кинетичности,

$Fr = \alpha \frac{v^2}{gH}$ (X_1); коэффициент устойчивости, $f = \frac{d}{I}$ (X_2). В качестве параметра оп-

тимизации используется интегральный показатель, состоящий из суммарной оценки по надежности, экономичности и экологичности. При использовании имитационной системы пользователю необходимо ввести следующие исходные данные: v – среднюю скорость потока воды, м/с; h – глубину при максимальном расходе воды, м; d – средний диаметр частиц, мм; I – уклон (понижение в м на 1 км), м.

10. Систематизирован и усовершенствован техногенный блок управления аккумулятивными процессами измененной геосистемы, состоящей из подсистемы по управлению склоновыми, овражными, русловыми и ирригационными процессами на каналах и агроландшафтах.

11. Разработаны ресурсосберегающие технологии по очистке русел рек от наносов (Патенты РФ № 2256023, №2318952, № 2318954), основанные на исполь-

зовании транспортирующей способности потока, зависящей от фракционного состава наносов. Для этого бульдозерами имеющими грабельные отвалы, начинается расчистка русла реки от крупных фракций, которых от 5 до 20 процентов от общей массы, и увеличивают размывающую способность русла реки. При наличии крупных фракций постепенно образуется отмостка, которая защищает русло реки от размыва. Размеры крупных фракций могут быть 50 – 400 мм. Для удаления крупных фракций бульдозеры перемещаются в поперечном направлении от оси реки к берегу, постепенно образуя дамбы.

Требуемый диаметр камня, который необходимо удалить из поймы, предлагается определять из формулы $d = \frac{0,6v_{\Delta 0}^2 \delta_0}{gm(\delta - \delta_0)}$.

12. На основе анализа полученной закономерности распределения мутности

наносов по глубине потока $s = s_0 e^{\frac{12u\bar{C}}{uC+0,7v\sqrt{g}}}$, которая совпадает с результатами натурных обследований, усовершенствованы конструкции мелиоративных отстойников и фронтальных водозаборов (Патенты РФ № 2318952, №2322547, № 2323294, №2323297). Забор воды в усовершенствованных конструкциях осуществляется с верхних слоев потока. Предложены методические рекомендации по расчету мелиоративных отстойников и фронтальных водозаборов.

13. Разработан проект природоохранного обустройства поймы реки Нальчик в местах рекреации с внедрением новых разработок. Проект включает усовершенствованную конструкцию фронтального водозабора с совмещенным отстойником, рассчитанную на пропуск расхода 180÷200м³/с однопроцентной обеспеченности; сопрягающие двухступенчатые гибкие перепады и гибкие конструкции откосных креплений, адаптированные к морфологическим и гидравлическим условиям рек с интегральными показателями Π_n более 16.

14. Даны оценка эффективности мероприятий по охране горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока на системном и подсистемных уровнях. Экологическим критерием оценки стабильности и способности горных и предгорных ландшафтов сохранять свои основные свойства является коэффициент экологической стабильности

$$K_{эс} = \left(\sum_{i=1}^{i=n} f_i \cdot k_{l_i} \cdot k_{2_i} \right) / \omega \cdot$$

Оценка экологической стабильности проводится в соответствии со следующей шкалой: $K_{эс} \leq 0,33$ – не-

стабильный; 0,34 ...0,5 – малостабильный; 0,51 ...0,66 – среднестабильный и $> 0,66$ – стабильный. Дается сравнительная оценка экономической эффективности двух вариантов природоохранного обустройства поймы реки Нальчик в местах рекреации по старому варианту и с внедрением новых разработок. Сметная стоимость проекта по первому варианту равна 17590000 рублей, а по второму варианту – 15608999 рублей. Срок окупаемости с учетом дисконтирования варианта с внедрением новых разработок равен 7 лет, а первого – 8 лет.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монография

1. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока / Т.Ю. Хаширова.– Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007.–220с. - 300 экз. - ISBN 978-5-93680-184-4.

Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК

2. Хаширова Т.Ю. Гибкие подпорные стенки, адаптированные к морфологическим условиям рек / З.Г. Ламердонов, А.Х. Дышеков, Т.Ю. Хаширова // Гидротехническое строительство. – 2004. – №1. – С.15 -20.

3. Хаширова Т.Ю. Методические основы проектирования берегозащитных сооружений с учетом морфологических условий рек / З.Г. Ламердонов., Т.Ю. Хаширова, А.Х. Дышеков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – №1. – С.26-28.

4. Хаширова Т.Ю. Гибкие сопрягающие сооружения для борьбы с донной эрозией / Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов, А.Х. Дышеков // Мелиорация и водное хозяйство.–2005.–№1. – С.41 – 44.

5. Хаширова Т.Ю. Усовершенствованная конструкция фронтального водозабора с карманом / З.Г. Ламердонов, А.Х. Дышеков, Т.Ю. Хаширова // Гидротехническое строительство.– 2005. – №3. – С.42 – 45.

6. Хаширова Т.Ю. Ресурсосберегающие технологии очистки русел рек от наносов на предгорных участках рек Северного Кавказа / Т.Ю. Хаширова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – №4. – С.41 – 44.

7. Хаширова Т.Ю. Защитные сооружения для предотвращения чрезвычайных ситуаций на реках Северного Кавказа / Т.Ю. Хаширова // Экология и промышленность России. – 2006. – №12. – С.16–18.

8. Хаширова Т.Ю. Совершенствование конструкций отстойников с периодической промывкой/ Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 2. – С. 40–44.

9. Хаширова Т.Ю. Системный подход в решении экологических проблем охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока / Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов, Е.В. Кузнецов // Экологические системы и приборы. – 2007. – №9. – С.29–33.

10. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенных комплексов природообустройства / Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов // Проблемы региональной экологии. – 2007. – №5. – С. 15 – 18 .

11. Хаширова Т.Ю. Концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природообустройства/ Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов, Е.В. Кузнецов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 43–46.

12. Хаширова Т.Ю. Исследование переноса наносов и распределение мутности в потоке для охраны предгорных агроландшафтов / Хаширова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Специальный выпуск, 2008, с. 113-118.

13. Хаширова Т.Ю. Исследование переноса наносов и распределение мутности в потоке для охраны предгорных агроландшафтов / Е.В. Кузнецов, Т.Ю. Хаширова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Выпуск №5(14), 2008, с. 159-162.

14. Хаширова Т.Ю. Концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока / Е.В. Кузнецов, Т.Ю. Хаширова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Выпуск №5(14), 2008, с. 184-186.

Научные статьи

15. Хаширова Т.Ю. Машина выбирает режим /Т.Ю.Хаширова // Мелиоратор.– 1989.–№5.– С. 44 – 45.

16. Хаширова Т.Ю. Использование методов математического моделирования при решении задач контроля и управления качеством воды /Т.Ю.Хаширова, З.А. Нахушева // Материалы международной конференции «B&NAK-96». Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики.– Нальчик:1996.– С 15 – 16.
17. Хаширова Т.Ю. Имитационная модель комплексной оценки качества природных вод. /Т.Ю. Хаширова, Е.К.Ермолаева // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия «Физико-математические науки». Выпуск 1.– Нальчик: КБГУ.– 1996.– С 25 – 26.
18. Хаширова Т.Ю. Некоторые аспекты математического моделирования экологических систем. /Т.Ю. Хаширова // Материалы юбилейной конференции, посвященной 20-летию КБГСХА.– Нальчик: КБГСХА.– 2001.– С 102 – 103.
19. Хаширова Т.Ю. Математическая модель оценки качества природных вод. /Т.Ю. Хаширова // Материалы юбилейной конференции, посвященной 20-летию КБГСХА.– Нальчик: КБГСХА.–2001.– С 99 – 102.
20. Хаширова Т.Ю. Использование временных рядов при моделировании экологических систем /Т.Ю.Хаширова // Материалы IX международной конференции «Нелинейные модели в естественных и гуманитарных науках».– Чебоксары, 2001.
21. Хаширова Т.Ю. Математическая модель биопруда /Т.Ю. Хаширова // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия математические науки. Выпуск 3.–Нальчик: КБГУ, 2003.
22. Хаширова Т.Ю. Способ определения расхода наносов и их очистки на реках Кабардино-Балкарской республики/ Т.Ю. Хаширова // Вопросы повышения эффективности строительства (выпуск 2) .– Нальчик. – 2004.– С 132 – 134.
23. Хаширова Т.Ю. Методические основы статистического планирования эксперимента при проведении неуправляемых натурных исследований / Т.Ю. Хаширова // Материалы международной научно-практической конференции «Природообустройство и рациональное природопользование – необходимое условие социально-экономического развития страны». Часть 2. – М.: МГУП, 2005. – С.176 – 181.
24. Хаширова Т.Ю. Предотвращение размывов оснований гибких противоэрозионных берегозащитных сооружений на реках, протекающих в урбанизированной зоне / Т.Ю. Хаширова // Материалы международной научно-практической конференции «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем». Часть 1. – М.: МГУП, 2006. – С. 510 -516.
25. Хаширова Т.Ю. Фронтальный водозабор с карманом и способы его совершенствования / Т.Ю. Хаширова // Материалы международной научно-практической конференции «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем». Часть 1. – М.: МГУП, 2006. – С.516 – 522.
26. Хаширова Т.Ю. Способ борьбы с размывами оснований креплений на реках, протекающих в урбанизированной зоне /Т.Ю. Хаширова // Сборник завершённых научных работ в области АПК, рекомендуемых для внедрения в производство. – Нальчик: КБГСХА.– 2006. – С. 192-199.
27. Хаширова Т.Ю. Водоземельные ресурсы и их использование в КБР/ Т.Ю. Хаширова // Материалы научно-практической конференции посвященной 25-летию КБГСХА.– Нальчик. – 2006. – С. 47- 50.
28. Хаширова Т.Ю.Гибкие противоэрозионные сопрягающие сооружения на реках, протекающих в урбанизированной зоне /Т.Ю. Хаширова, З.Г. Ламердонов // Вопросы повышения эффективности строительства (выпуск 3) .– Нальчик. – 2006. – С. 81- 86.
29. Хаширова Т.Ю. Способы снижения поступления наносов в магистральные каналы у фронтального водозабора с карманом/ Т.Ю. Хаширова // Вопросы повышения эффективности строительства (выпуск 3). Нальчик. – 2006. – С. 101- 106.

30. Хаширова Т.Ю. Механизм переноса наносов и распределение мутности в толще потока по вертикали/ Т.Ю. Хаширова.// Сборник статей «Паводковые потоки и водные бассейны: проблемы регулирования водотоков, безопасность и надежность ГТС, мониторинг водных объектов и защита водоохранных зон».- Нальчик-Махачкала. – 2007. – С. 121–124.

31. Хаширова Т.Ю. Концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока/ Т.Ю. Хаширова., З.Г. Ламердонов// Сборник статей. «Паводковые потоки и водные бассейны: проблемы регулирования водотоков, безопасность и надежность ГТС, мониторинг водных объектов и защита водоохранных зон».- Нальчик-Махачкала. – 2007. – С. 50–53.

32. Хаширова Т.Ю. Методические основы проектирования защитных покрытий каналов, адаптированных к морфологическим и гидравлическим условиям/ Т.Ю. Хаширова// Сборник статей «Водные ресурсы и водопользование в бассейнах рек западного Каспия: перспективы использования, решение проблемы дефицита, мониторинг, предотвращение негативного воздействия».- Элиста. – 2008. – С.134-138.

33. Хаширова Т.Ю. Имитационная модель охраны горных и предгорных ландшафтов в речной подсистеме/ Т.Ю. Хаширова// Сборник статей «Водные ресурсы и водопользование в бассейнах рек западного Каспия: перспективы использования, решение проблемы дефицита, мониторинг, предотвращение негативного воздействия».- Элиста. – 2008. – С.206-214.

34. Хаширова Т.Ю. Геосистемный подход в решении проблемы охраны горных и предгорных ландшафтов/ Т.Ю. Хаширова, З.Г.Ламердонов// Сборник статей. «Водные ресурсы и водопользование в бассейнах рек западного Каспия: перспективы использования, решение проблемы дефицита, мониторинг, предотвращение негативного воздействия».- Элиста. – 2008. – С. 132 – 134.

35. Хаширова Т.Ю. Имитационное моделирование сложных систем: Методические указания по дисциплине «Имитационное моделирование сложных систем» / Т.Ю. Хаширова. - Нальчик : Кабард.-балк. гос. ун-т, 1996.–16с.

36. Хаширова Т.Ю. Основы информационных технологий. Методика, указания, упражнения / Т.Ю. Хаширова, З.А. Нахушева, Ф.Х. Кудаява. - Нальчик: Кабард.-балк. гос. ун-т, 1997.–78с.

37. Хаширова Т.Ю. Отладка программ в интегрированной среде Turbo Pascal: Методические указания / Т.Ю. Хаширова, Л.З. Шауцукова. - Нальчик: Кабард.-балк. гос. ун-т, 1999.– 41с.

38. Хаширова Т.Ю. Работа в интегрированной среде программирования Turbo Pascal 7.0: Методические указания/Т.Ю. Хаширова, Л.З. Шауцукова.–Нальчик: Кабард.-балк. гос. ун-т, 1999.– 41с.

Авторские свидетельства и патенты

39. Пат. №2247191 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/06; Крепление откосов для потока, насыщенного наносами./Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - № 2003126425/03; заяв. 28.08.2003; опубл. 27.02.2005, Бюл. №6. – 7 с.

40. Пат. №2256023 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/06, 15/00; Способ очистки русел рек от наносов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2003129085/03; заяв. 29.09.2003; опубл. 10.07.2005, Бюл. №19. – 6 с.

41. Пат. №2250295 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/12; Крепление откосов для потока, насыщенного наносами. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - № 2003127381/03; заяв. 09.09.2003; опубл. 20.04.2005, Бюл. №11. – 6 с.

42. Пат. №2256024 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/02; Способ борьбы с донной эрозией. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2004109885/03; заяв. 31.03.2004; опубл. 10.07.2005, Бюл. №19. – 6 с.

43. Пат. №2266363 Российской Федерации МПК Е 02 В 8/06; Способ строительства гибкого сопрягающего сооружения. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - № 20041091431/03; заяв. 29.09.2004; опубл. 20.12.2005, Бюл. №35. – 10 с.
44. Пат. №2256025 Российской Федерации МПК Е 02 В 8/06; Гибкое сопрягающее сооружение. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2004108265/03; заяв. 22.03.2004; опубл. 27.11.2005, Бюл. №19. – 7 с.
45. Пат. №2311508 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/12; Сквозное поперечное берегозащитное сооружение. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006119567/03; заяв. 05.06.2006; опубл. 27.11.2007, Бюл. №33. – 5 с.
46. Пат. №2317369 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/12; Способ крепления берегов реки. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006118597/03; заяв. 29.05.2006; опубл. 20.02.2008, Бюл. №5. – 5 с.
47. Пат. №2317370 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/12; Сквозное поперечное берегозащитное сооружение. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006119573/03; заяв. 05.06.2006; опубл. 20.02.2008, Бюл. №5. – 5 с.
48. Пат. №2318096 Российской Федерации МПК Е 02 D 17/20; Способ возведения противозерозионной защиты склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006116829/03; заяв. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008, Бюл. №6. – 4 с.
49. Пат. №2318952 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/02; Способ очистки глубоких рек и каналов от наносов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006119284/03; заяв. 19.05.2006; опубл. 10.03.2008, Бюл. №7. – 5 с.
50. Пат. №2318951 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/02; Отстойник с периодической промывкой. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006117274/03; заяв. 19.05.2006; опубл. 10.03.2008, Бюл. №7. – 5 с.
51. Пат. №2318954 Российской Федерации МПК Е 02 В 8/02; Способ очистки глубоких рек и каналов от наносов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006130242/03; заяв. 21.08.2006; опубл. 10.03.2008, Бюл. №7. – 6 с.
52. Пат. №2322547 Российской Федерации МПК Е 02 В 8/02; Расширяющийся отстойник. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006123889/03; заяв. 03.07.2006; опубл. 20.04.2008, Бюл. №11. – 8 с.
53. Пат. №2323294 Российской Федерации МПК Е 02 В 8/02; Отстойник. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006123165/03; заяв. 29.06.2006; опубл. 27.04.2008, Бюл. №12. – 6 с.
54. Пат. №2323297 Российской Федерации МПК Е 02 В 9/04; Е 02 В 8/02; Фронтальный речной водозабор. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006124952/03; заяв. 11.07.2006; опубл. 27.04.2008, Бюл. №12. – 8 с.
55. Пат. №2324028 Российской Федерации МПК Е 02 В 3/04; Сквозное поперечное берегозащитное сооружение. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006120770/03; заяв. 13.06.2006; опубл. 10.05.2008, Бюл. №13. – 6 с.
56. Пат. №2325482 Российской Федерации МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Сооружение для противозерозионной защиты склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006134522/03; заяв. 28.09.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. №15. – 5 с.
57. Пат. №2327838 Российской Федерации МПК Е 02 D 17/20; Противозерозионная защита склонов из габионных тюфяков. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006135425/03; заяв. 06.10.2006; опубл. 27.06.2008, Бюл. №18. – 5 с.
58. Пат. №2332541 Российской Федерации МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Устройство для противозерозионной защиты крутых склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. - №2006136771/03; заяв. 01.10.2006; опубл. 27.08.2008, Бюл. №24. – 5 с.